Journal of Agricultural Machinery

Homepage: https://jame.um.ac.ir

Research Article
Vol. 13, No. 3, 2023, p. 309-319

Comparison of Dry Land Wheat Grain Harvest Losses in Different Types of Chaff Collector Combine Harvesters in Kurdistan Province

M. Safari[1*], M. A. Rostami[2]

1- Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2- Associate Professor, Agricultural Engineering Research Department, Fars Agricultural and Resource Research and Education Center (AREEO), Shiraz, Iran
(*- Corresponding Author Email: email2safari@yahoo.com)
https://doi.org/10.22067/jam.2022.75175.1091

Received: 07 February 2022 Revised: 25 April 2022 Accepted: 30 April 2022 Available Online: 30 April 2022	**How to cite this article:** Safari, M., & Rostami, M. A. (2023). Comparison of Dry Land Wheat Grain Harvest Losses in Different Types of Chaff Collector Combine Harvesters in Kurdistan Province. *Journal of Agricultural Machinery, 13*(3), 309-319. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jam.2022. 75175.1091

Introduction

In conventional combine harvesters, wheat chaff is typically removed from the end of the machine and deposited on the field surface. Depending on the wheat cultivar, cultivation method, and growing conditions, the amount of chaff produced can range from 0.8 to 1.5 times the amount of grain harvested per hectare (Tavakoli, 2012). On average, this translates to an annual production of approximately 14 million tons of chaff, which is valued at around $240000000 based on regional prices in 2018-2019 ($1000 per kilogram). If collected, these chaff residues could be used as animal feed for livestock. Additionally, the long stems protruding from the back of conventional combine harvesters can interfere with subsequent cultivation efforts. Chaff combine harvesters have a similar structure to conventional machines, but feature a modified end that includes a tank and blower for collecting and depositing crushed chaff. Apart from the threshing unit, all other components of the harvester remain unchanged.

Materials and Methods

This study was conducted in 2019 in dryland wheat fields to determine the performance of Chaff combine harvesters in Kurdistan province. The study used 15 combine harvesters, including John Deere models equipped with chaff threshers from Shiraz, Bookan, and Hamedan, as well as the Hamedan Barzegar specific chaff collector combine. These combines were evaluated and compared based on natural losses, head and chaff storage losses, field capacity, purity percentage, and yield in field conditions in Kurdistan province. The total number of combines evaluated was 15, using a completely randomized design. Among these, 33% belonged to Shiraz company (5 samples), 33% to Bookan (5 samples), 20% to Hamedan (3 samples), and 14% to Hamedan Barzegar (2 samples). Sampling included measurement of natural losses, header losses, threshing tank losses (losses of the threshing unit, separating unit, and cleaning unit), and quality losses (broken grains and impurities) in the combine tank.

Results and Discussion

The results showed that the average yield, natural loss, and combine loss were 1,698.14 $kg.ha^{-1}$, 2.39%, and 4.92%, respectively. In terms of the loss rates in different parts of the combine, 43.49% was related to the chaff storage of the combine, and 56.50% was related to the combine head.

The natural loss rate in this province was 2.39%. The total combine loss was 5.18%, with 40.44% of that related to chaff storage and the rest related to the combine head. The results also showed a significant difference between the treatments in terms of field capacity, chaff storage loss, and purity percentage at a probability level of 5%.

The total loss of the Hamedan Barzegar combine was 6.67%, which was higher than the other combines. The

chaff storage loss of the Shiraz, Bookan, Hamedan, and Hamedan Barzegar combines were 0.87%, 2.64%, 0.78%, and 4.28%, respectively, showing a significant difference at a 5% level. There was also a significant difference between the treatments in terms of total grain loss.

Based on these results, it is recommended to use the Hamedan, Bookan, Shiraz, and Hamedan Barzegar combines, with total losses of 4.33%, 4.33%, 4.52%, and 6.56%, respectively.

Conclusion

1. The average purity of harvested grains was 96.62%, and there was no significant difference between the combine harvesters in this regard.
2. There was a significant difference between the combines in terms of field capacity at a probability level of 5%. The field capacity of the Bookan, Hamedan Barzegar, Hamedan, and Shiraz combine harvesters were 0.83, 0.87, 0.83, and 0.73 hectares per hour, respectively.
3. In Kurdistan province, the average grain combine loss in dryland wheat harvesting with chaff combine harvesters was 4.92%, which is higher than in other provinces.
4. The loss in the chaff tank of the Shiraz, Bookan, Hamedan, and Hamedan Barzegar combine harvesters was 0.87%, 2.64%, 0.78%, and 4.28%, respectively. Regardless of head losses, the loss in the Hamedan combine was less than other combine harvesters.
5. The total losses of the Hamedan Barzegar, Bookan, Shiraz, and Hamedan combine harvesters were 6.56%, 4.32%, 4.52%, and 4.30%, respectively, with the Hamedan Barzegar and Hamedan combine harvesters having the highest and lowest losses, respectively.

Based on the results obtained from this study, using the Hamedan combine is recommended in the dryland conditions of Kurdistan due to its low losses, high purity, and field capacity.

Acknowledgement

Thanks to the Agricultural Jihad Organization of Kurdistan Province, specifically the deputy of the Plant Production and Mechanized Technologies Department, for their assistance and cooperation in the implementation of the project.

Keywords: Chaff collector combines; Combine losses, Harvesting, Losses, Wheat

نشریه ماشین‌های کشاورزی
https://jame.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۳، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، ص ۳۱۹-۳۰۹

مقایسه میزان تلفات برداشت دانه گندم دیم در انواع کمباین‌های کاه‌کوب در استان کردستان

محمود صفری[1*]، محمد علی رستمی[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۰

چکیده

گندم یکی از محصولات مهم کشور است که در سال‌های اخیر، به دلیل بالا بودن ارزش اقتصادی کاه تولیدی برای خوراک دام، توسط کمباین‌های کاه‌کوب برداشت می‌شود. در این تحقیق میزان تلفات طبیعی، تلفات کمباینی، ظرفیت مزرعه‌ای، درجه خلوص دانه و عملکرد محصول گندم در حین برداشت، توسط کمباین‌های کاه‌کوب در استان کردستان مورد بررسی قرار گرفت. از بین کمباین‌های فعال در برداشت گندم در منطقه، تعداد ۱۵ دستگاه کمباین کاه‌کوب در حین برداشت گندم دیم به‌صورت طرح کاملاً تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفت. از این تعداد، ۴ دستگاه ساخت کارگاه‌های محلی شیراز، ۴ دستگاه ساخت کارگاه‌های محلی بوکان، ۴ دستگاه ساخت کارگاه‌های محلی همدان و ۳ دستگاه نیز ساخت شرکت همدان برزگر بود. نتایج نشان داد که متوسط عملکرد گندم دیم ۱۶۹۸/۱۴ کیلوگرم بر هکتار، تلفات طبیعی ۲/۳۹ درصد و تلفات کمباینی ۴/۹۲ درصد بود. ۴۳/۵ درصد از تلفات کمباینی مربوط به عقب کمباین (مخزن کاه) و ۵۶/۵ درصد آن مربوط به هد کمباین بود. مقایسه کمباین‌ها نشان داد که تلفات دانه در کمباین همدان برزگر با ۶/۵۶ درصد از دیگر کمباین‌ها بیشتر است. تفاوت بین کمباین‌ها ازنظر ظرفیت مزرعه‌ای و درصد خلوص، معنی‌دار نبود. میزان تلفات دانه در مخزن کاه کمباین‌های کاه‌کوب شیراز، بوکان، همدان و همدان برزگر در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار داشتند و به‌ترتیب ۲/۰۶۴/۸۷، ۰/۷۸، ۴/۲۸ درصد بود. ازنظر تلفات کل کمباینی نیز تفاوت بین کمباین‌ها در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، کمباین‌های کاه‌کوب همدان، بوکان، شیراز و همدان برزگر به‌ترتیب با تلفات کل ۴/۳۲، ۴/۳۳، ۴/۵۲ و ۶/۵۶ درصد در اولویت به‌کارگیری در مزارع گندم دیم استان کردستان قرار دارند.

واژه‌های کلیدی: برداشت، تلفات، کاه‌کوب، کمباین، گندم

مقدمه

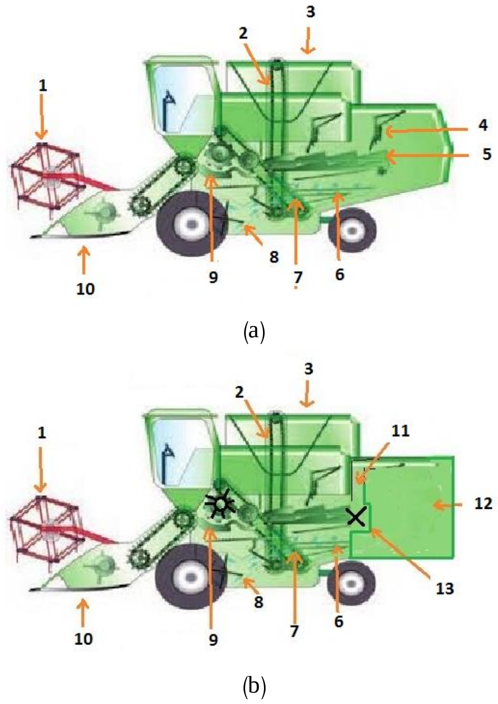
در سال زراعی ۹۸- ۹۷، سطح زیر کشت گندم در کشور ۵/۸۶۴۵۵۴ میلیون هکتار با میزان تولید ۱۳/۷۱۵۲۵۸ میلیون تن بوده است (Ahmadi *et al.*, 2020). عملیات برداشت گندم با کمباین‌های رایج انجام می‌گیرد. در این کمباین‌ها، کاه و کلش گندم از انتهای کمباین خارج‌شده و در سطح مزرعه ریخته می‌شود. مقدار تولید کاه گندم بسته به رقم آن، نوع کشت و شرایط رشد حدود ۰/۸ تا ۱/۵ برابر مقدار تولید دانه در هر هکتار است (Tavakoli, 2012). بنابراین (با در نظر گرفتن رقم یک)، به‌طور متوسط معادل با تولید دانه (۱۳/۷ میلیون تن) کاه تولید می‌شود (حدود ۱۴ میلیون تن در سال) و با توجه به قیمت کاه در منطقه (۱۰۰۰ تومان) در سال زراعی ۹۸-۹۷، سالیانه ۱۲ تریلیون تومان از دسترس خارج می‌شود. با توجه به نیاز دامداری‌های کشور، این بقایا در صورت جمع‌آوری می‌تواند به‌عنوان خوراک دام، مورداستفاده قرار گیرد. علاوه بر این، وجود ساقه‌های بلند بیرون ریخته‌شده از پشت کمباین‌های رایج، باعث ایجاد مزاحمت درکشت بعدی می‌گردد.

کمباین‌های کاه‌کوب ازنظر ساختاری، مشابه کمباین‌های رایج هستند، با این تفاوت که انتهای کمباین و اجزای داخلی آن تغییریافته است. در این کمباین‌ها مخزنی در انتهای کمباین تعبیه‌شده است که از طریق یک مکنده، کاه‌های خردشده به داخل مخزن ریخته می‌شود و پس از پر شدن، در محل مناسب، تخلیه می‌گردد. در این کمباین‌ها

۱- استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۲- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: email2safari@yahoo.com)
https://doi.org/10.22067/jam.2022.75175.1091

به‌جز واحد کوبنده و بوجاری، دیگر اجزای تشکیل‌دهنده کمباین، مشابه کمباین‌های مرسوم است (شکل ۱-a). در این کمباین‌ها، کوبنده مرسوم سوهانی به چنگکی تغییریافته است و در قسمت بوجاری نیز یک واحد دمنده اضافی نصب‌شده است تا کاه را به سمت مخزن کاه هدایت کند. اجزای اصلی این کمباین‌ها شامل واحدهای برش، کوبنده، تمیزکننده و مخزن جمع‌آوری کاه می‌باشد (شکل ۱-b).

در سال‌های اخیر کارگاه‌های محلی در شیراز، همدان و بوکان با اضافه کردن مخزن کاه، تغییر واحد کوبنده از سوهانی به چنگکی و اضافه نمودن واحد دمنده، اقدام به تغییر کمباین‌های رایج به کاه‌کوب نموده‌اند. تعدادی از شرکت‌های داخلی نظیر همدان برزگر و کردستان اقدام به ساخت کمباین کاه‌کوب نموده‌اند که ازنظر ساختاری و اصول کاری (به‌جز مخزن کاه و واحد انتقال کاه به داخل مخزن) مشابه کمباین‌های رایج هستند با این تفاوت که از اول تمامی اجزای کمباین‌های کاه‌کوب نظیر هد، واحد کوبنده، واحد تمیزکننده، انتقال قدرت، موتور و غیره بازطراحی و ساخته شدند (Safari, Rostami, & Salehi, 2019).



شکل ۱- کمباین رایج (a) و کمباین کاه‌کوب (b)، ۱- چرخ و فلک، ۲- الواتور دانه به مخزن، ۳- مخزن دانه، ۴- کاه‌پران، ۵- غربال کاه، ۶- غربال دانه، ۷- الواتور برگشت، ۸- واحد دمنده، ۹-واحد کوبش، ۱۰- واحد برش، ۱۱- کانال کاه، ۱۲- مخزن کاه، ۱۳- دمنده کاه

Fig.1. Conventional combine (a) and Chaff collector combine (b), 1- Reel, 2- Grain elevator to tank, 3- Grain tank, 4- Chaff walker, 5- Chaff sieve, 6- Grain sieve, 7- Return elevator, 8- Blower unit, 9- Threshing unit, 10- Cutting unit, 11- Chaff channel, 12- Chaff tank, 13- Chaff blower

در تحقیقی در منطقه فارس، میزان ضایعات کمباین‌های کاه‌کوب در دو نوع کمباین جاندیر ۹۵۵ و کلاس بررسی شد. نتایج نشان داد که کمباین معمولی و کاه‌کوب در افت طبیعی و دماغه در هر دو رطوبت ۱۲ و ۱۹ درصد تفاوت معنی‌داری داشته است و افت انتهای کمباین در رطوبت ۱۲ و ۱۹ درصد برای کمباین‌های معمولی به‌ترتیب ۴/۰۲ و ۲۰/۴ درصد و در کمباین کاه‌کوب به‌ترتیب ۲ و ۳/۵ درصد بود. میزان دانه‌های شکسته در مخزن در رطوبت ۱۲ و ۱۹ درصد برای کمباین‌های معمولی ۷۵/۴ و ۴۶/۴ درصد و در کمباین کاه‌کوب به‌ترتیب ۲/۶ و ۱/۱ درصد بود. نتایج این تحقیق نشان داد که این کمباین‌ها قادر به برداشت گندم در رطوبت‌های بالاتر (۱۹ درصد) و با ریزش کمتر می‌باشند (Agheleshkhani, 2017).

در تحقیقی در هندوستان سه سطح رطوبت ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد دانه گندم و سه سرعت پیشروی ۱، ۲ و ۲/۵ کیلومتر بر ساعت برای برداشت گندم با کمباین مورد بررسی قرار گرفت، نتایج تحقیق نشان داد ترکیب سرعت پیشروی ۱/۵ کیلومتر بر ساعت و محتوی رطوبت محصول ۹/۱۶ درصد برای برداشت گندم با کمباین آزمایشی

مناسب‌ترین بوده است (Patel & Varshney, 2014).

در تحقیقی دیگر، تلفات برداشت گندم توسط کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی (جاندیر ۹۵۵ و کلاس ۷۶) اندازه‌گیری شد. آزمایش کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی در شرایط مزرعه‌ای کاملاً یکسان و در رطوبت ۱۴ درصد دانه گندم اجرا و پارامترهای مختلف شامل تلفات در بخش‌های مختلف کمباین اعم از واحد برش، کوبش و تمیزکننده، اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که مجموع تلفات برداشت کمباین کاه‌کوب با تلفات برداشت کمباین معمولی در هر دو نوع کمباین کلاس و جاندیر اختلاف معنی‌داری داشتند. متوسط تلفات مخزن در کمباین‌های کاه‌کوب ۱/۱۹ درصد و در کمباین‌های معمولی ۰/۲۶ درصد بود که بین کمباین‌های کاه‌کوب و معمولی ۰/۹۳ درصد اختلاف وجود داشت. بیشترین میزان مصرف سوخت اندازه‌گیری شده در کمباین‌های کاه‌کوب کلاس به میزان ۵۵ لیتر در هکتار و در کمباین‌های کاه‌کوب جاندیر ۶۹/۴۴ لیتر در هکتار بود (Rostami, Lotfalian, & Hosseinzadeh Samani, 2018).

نوسازی کمباین‌ها در بازه‌ی زمانی ۱۰ ساله تا سال ۱۳۸۵ موجب کاهش چشمگیر تلفات گندم از ۱۵ به ۳ درصد شد و به‌تبع آن از هدر رفتن ۱۳۶۸ هزار تن به ارزش ۲۴۶۲۴۰۰ میلیون ریال در سال در کشور جلوگیری شد (Amirnejad, Rafiee, & Atai, 2008). طبق آمار منتشرشده، مجموع سطح زیر کشت گندم آبی و دیم در سال ۹۸–۹۹ برابر ۶ میلیون هکتار، میزان تولید آن ۱۳/۶ میلیون تن و میانگین عملکرد آبی و دیم به‌ترتیب ۴/۲ تن و ۱/۳ تن بوده است (Ahmadi *et al.*, 2020). قسمت قابل‌توجهی از این محصول در زمان برداشت توسط کمباین به زمین ریخته شده و تلف می‌شوند. پروژه تحقیقاتی ملی با عنوان سنجش تلفات کمباینی برداشت دانه گندم در کشور به‌منظور ارائه راهکارهای کاهش آن در سال زراعی ۹۶–۹۷ به‌منظور تعیین نوع و سهم هرکدام از عوامل انسانی، فنی و زراعی مؤثر بر میزان تلفات دانه در برداشت مکانیزه گندم با انواع کمباین‌های جاندیر، نیوهلند و کلاس متداول و جدید، در ۲۴ استان کشور اجرا شد. تعداد کمباین‌های موردبررسی ۵۶۳ دستگاه بود که به روش نمونه‌گیری تصادفی و در حال کار در مزارع زارعین مورد بازدید، بررسی و نمونه‌برداری قرار گرفتند. نتایج نشان داد که میانگین کل تلفات برداشت گندم در کشور ۳/۷۵ درصد بود که ۱/۲۶ درصد آن تلفات طبیعی و ۲/۴۹ درصد آن تلفات کمباینی بود. میانگین کل تلفات دانه در مزارع آبی ۳/۳۴ درصد و در مزارع دیم کشور ۴/۴ درصد بود. میانگین تلفات کمباینی (بدون تلفات طبیعی) در مزارع آبی و دیم به‌ترتیب ۲/۳ و ۲/۸۶ درصد بود. میانگین تلفات طبیعی در گندم آبی و دیم نیز به‌ترتیب ۱/۰۴ و ۱/۵۴ درصد بود. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان تلفات کمباینی در کشور در طی مدت ۱۳ سال گذشته ۰/۸۸ درصد کاهش‌یافته و به ۲/۴۹ درصد رسیده است (Dehghan *et al.*, 2018).

در یک تحقیق، میزان تلفات کمباین‌های جاندیر ۱۱۶۵ و ۹۵۵ در برداشت دو رقم گندم آبی الوند و امید در استان چهارمحال و بختیاری بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین تلفات دانه در رقم امید و توسط کمباین جاندیر ۹۵۵ با میزان ۶/۸۳ درصد بود که از این مقدار، ۱۰/۵ درصد آن مربوط به تمیز کردن، ۳۴ درصد در سکوی برش، ۱۶/۵ درصد در کوبنده، ۲۱ درصد ناخالصی و ۱۸ درصد دانه شکسته بود. کمترین تلفات مربوط به کمباین جاندیر ۱۱۶۵ و رقم الوند با ۳/۹۷ درصد بود که ۱۰ درصد آن مربوط به واحد تمیزکننده، ۳۸ درصد در سکوی برش، ۱۳ درصد در واحد کوبنده بود و میزان ناخالص و دانه شکسته نیز به‌ترتیب ۲۲ و ۱۷ درصد بود (Mirasi, Asoodar, Samadi, & Kamran, 2014).

در یک پژوهش ملی به سفارش معاونت امور زراعت وزارت جهاد کشاورزی (دفتر طرح گندم) میزان تلفات دانه در برداشت گندم (دیم و آبی) با کمباین‌های کاه‌کوب، در ۹ استان کشور اندازه‌گیری شد. در این تحقیق ۱۰۰ دستگاه کمباین کاه‌کوب، شامل ۸۸ دستگاه انواع جاندیر (۹۵۵، ۱۰۵۵ و ۱۱۶۵)، ۶ دستگاه کردستان، ۳ دستگاه برزگر همدان و ۳ دستگاه انواع دیگر کمباین به روش نمونه‌گیری تصادفی و در حال کار در مزارع زارعین موردبررسی قرار گرفتند. از این تعداد ۹۱ دستگاه کمباین‌های معمولی بودند که به کاه‌کوب تبدیل‌شده بودند و ۹ دستگاه کمباین‌هایی بودند که اساساً به‌صورت کاه‌کوب طراحی و ساخته‌شده بودند که میانگین سن کمباین‌ها براساس نتایج به‌دست‌آمده ۱۶/۹ سال بود. ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌ها ۰/۳۸ هکتار بر ساعت؛ میانگین کل تلفات گندم در مرحله برداشت ۵/۰۵ درصد بود که سهم تلفات طبیعی و کمباینی به‌ترتیب ۱/۲۸ و ۳/۷۷ درصد بود. از این میزان تلفات کمباینی ۱/۸۶ درصد آن توسط هد و ۱/۹۱ درصد آن توسط واحدهای فرآوری کمباین ایجاد شد. بر اساس نتایج این تحقیق، به‌طورکلی استفاده از کمباین‌های کاه‌کوب به‌جای کمباین‌های معمولی موجب افزایش درآمد خالص کشاورزان و کمباین‌داران به‌ترتیب به میزان ۳۱۷۵۲۲ و ۲۴۴۸۸۴ تومان در هکتار شد. همچنین این جایگزینی موجب برداشت کاه بیشتر، افزایش ارزش ریالی کاه، حذف هزینه‌های جمع‌آوری، بسته‌بندی و خرد کردن کاه گردید (Rostami *et al.*, 2021).

کمباین‌های کاه‌کوب فعال در برداشت گندم در استان کردستان جمعاً ۸۵۴ دستگاه بود که شامل ۳۰۳ دستگاه کمباین بوکان، ۲۰۸ دستگاه شیراز، ۳۴۰ دستگاه همدان و ۳ دستگاه برزگر همدان بود. لذا به دلیل نبود اطلاعات دقیق از میزان تلفات کمی و کیفی دانه گندم در برداشت با کمباین‌های کاه‌کوب غلات در استان کردستان و میزان تلفات دانه توسط هرکدام از انواع کمباین‌های کاه‌کوب در دسترس کشاورزان اجرای این تحقیق ضروری بود.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال ۱۳۹۸ در سطح مزارع گندم دیم در شرایط میدانی، برای تعیین عملکرد کمباین‌های کاه‌کوب در استان کردستان انجام شد. در این تحقیق تعداد کمباین‌های موردبررسی برای برداشت گندم آبی ۱۵ دستگاه و شامل کمباین‌های جاندیر مجهز به کاه‌کوب (شیراز، بوکان و همدان) و کمباین اختصاصی کاه‌کوب همدان برزگر بود. از این کمباین‌ها، ۴ دستگاه آن شیراز، ۴ دستگاه بوکان، ۴ دستگاه همدان و ۳ دستگاه همدان برزگر بود که در شهرستان‌های دیوان دره، سقز، بیجار، دهگلان و قروه موردبررسی قرار گرفتند. در این تحقیق کمباین‌ها ازنظر شاخص‌های تلفات کمباینی، ظرفیت مزرعه‌ای، درجه خلوص دانه، میزان تلفات طبیعی و عملکرد محصول گندم در مزرعه با یکدیگر مقایسه شدند. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۴ تکرار اجرا شد. در تیمارهایی نظیر کمباین همدان برزگر که تعداد نمونه‌ها کمتر بوده است از روش کرت‌های گمشده استفاده‌شده است.

نمونه‌برداری‌ها شامل اندازه‌گیری تلفات طبیعی، تلفات سکوی برش، تلفات در مخزن کاه‌کوب (مجموع تلفات واحد کوبش، واحد جداکننده، واحد تمیزکننده) و تلفات کیفی (میزان دانه‌های شکسته و ناخالصی) در مخزن کمباین بود. علاوه بر این، به‌منظور کسب اطلاعات تکمیلی از عوامل جانبی مؤثر بر کارکرد کمباین‌ها و تلفات دانه در مزارع، شاخص‌هایی مانند سن کمباین‌ها، سرعت کوبنده، سرعت محیطی دوران چرخ‌وفلک اندازه‌گیری شده و در فرم‌هایی که به‌منظور ارزیابی کمی و کیفی کمباین‌ها تهیه‌شده بودند، ثبت گردید. همچنین کشاورزان، مالکین و رانندگان کمباین‌ها مورد مصاحبه قرارگرفته و پرسشنامه‌هایی درخصوص اطلاعات فنی و مشکلات آن‌ها در امر برداشت گندم تکمیل گردید. در پایان، میزان تلفات طبیعی و کمباینی، میزان تلفات در قسمت‌های مختلف کمباین‌ها و منشأ آن‌ها در منطقه تعیین شد.

رطوبت دانه در زمان برداشت به کمک گرفتن نمونه‌های ۱۵۰ گرمی از مخزن دانه و در آزمایشگاه تعیین شد. سرعت پیشروی با تعیین زمان طی شده برای مسافت ۱۵ متر برحسب متر بر ثانیه و درنهایت برحسب کیلومتر بر ساعت تعیین گردید. با بستن یک‌تکه روبان رنگی بر روی چرخ‌وفلک و قرار دادن در بالاترین نقطه چرخ‌وفلک، زمان صرف‌شده برای ۱۰ دور چرخ‌وفلک تعیین و میزان دور بر دقیقه محاسبه گردید. برای تعیین ارتفاع برداشت، ارتفاع بقایای (ساقه‌های) ایستاده گندم از زمین اندازه‌گیری شد. زمان لازم برای برداشت یک هکتار تعیین و ظرفیت مزرعه‌ای محاسبه شد. روش اندازه‌گیری و محاسبه انواع تلفات طبیعی و کمباینی دانه به شرح زیر بود:

تلفات طبیعی دانه و عملکرد در هکتار

تلفات طبیعی شامل دانه‌هایی است که قبل از ورود کمباین به مزرعه و در اثر وزش باد، خوابیدگی و ریزش محصول و شرایط جوی از دسترس کمباین خارج می‌شوند (FMO, 1981). در ۴ نقطه تصادفی از سطح برداشت‌نشده از مزرعه، به کمک کادر فلزی ۵۰×۵۰ سانتی‌متر و در مجاورت مسیر ارزیابی کمباین، دانه‌ها و سنبله‌های ریخته‌شده (که نمی‌توانست توسط کمباین برداشت شوند) جمع‌آوری شد. همچنین سنبله‌های ایستاده نیز به‌عنوان عملکرد محصول در واحد سطح مزرعه برداشت و دانه‌های آن‌ها توزین شد. مجموع وزن دانه‌های درون سنبله‌ها و دانه‌های ریخته‌شده بر زمین به‌عنوان تلفات طبیعی و مجموع دانه‌های درون سنبله‌های ایستاده درون کادر به‌عنوان عملکرد واقعی محصول در واحد سطح در نظر گرفته شد (Dehghan, Afzali, Alizadeh, Salehi, & Dibaji, 2009).

$$P_n = \frac{W_b}{W_a + W_b} \times 100 \qquad (۱)$$

P_n: تلفات طبیعی دانه (٪)

W_a: وزن دانه‌های موجود در بوته‌های ایستاده قابل‌برداشت با کمباین (gr)

W_b: وزن دانه‌هایی که قبل از ورود کمباین به مزرعه ریزش کرده‌اند (gr)

$$Y_t = \frac{10 \times (W_a + W_b)}{n \times A_k} \qquad (۲)$$

Y_t: کل دانه تولیدشده در واحد سطح ($kg.ha^{-1}$)

n: تعداد دفعات کادراندازی

A_k: مساحت کادر نمونه‌برداری (m^2)

تلفات سکوی برش

تلفات سکوی برش شامل سنبله‌ها و دانه‌هایی است که قبل از این‌که به واحد کوبنده کمباین منتقل شوند، به علت کارکرد نامناسب اجزای سکوی برش، مانند شکستگی تیغه‌های شانه برش، سرعت دوران کم یا زیاد چرخ‌وفلک، زاویه نامناسب ورود پره‌ها یا انگشتی‌های چرخ‌وفلک در بین سنبله‌ها، فاصله نامناسب عمودی یا افقی چرخ‌وفلک از تیغه برش و غیره بر روی زمین ریخته می‌شوند. در ۴ نقطه از مزرعه که توسط کمباین برداشت‌شده و کاه و کلش انتهای کمباین بر روی آن ریخته نشده، کادر فلزی ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر به‌صورت تصادفی انداخته شد و سپس دانه‌ها و سنبله‌هایی که در درون کادر قرار داشتند جمع‌آوری شد (Dehghan *et al.*, 2009).

$$P_i = \frac{W_q \times 1000}{Y_t \times n \times A_k} - p_n \qquad (۳)$$

P_i: درصد تلفات دانه در سکوی برش (٪)

n: تعداد دفعات کادراندازی

W_q: وزن مجموع دانه‌های جمع‌شده در کادر (gr)

تلفات کاه‌کوب

تلفات واحد کوبنده شامل دانه‌های موجود در سنبله‌های سالم و نیم‌کوب است که همراه با کاه و کلش وارد مخزن کاه می‌شود. برخی از عوامل ایجاد این تلفات عبارتند از: سرعت دورانی نامناسب کوبنده، فاصله نامناسب کوبنده و ضدکوبنده، مکش زیاد فن و سرعت زیاد کمباین که باعث خوراک‌دهی بیش‌ازحد به واحد کوبنده می‌شود. تلفات کاه‌کوب و واحد تمیزکننده (الک‌ها) شامل دانه‌های سالم و شکسته‌ای است که در مخزن کاه ریخته می‌شوند. برخی عوامل ایجاد این تلفات عبارتند از: تنظیم نامناسب (زاویه کم) یا گرفتگی روزنه الک‌ها، سرعت بیش‌ازحد پنکه دمنده، زاویه و محل نامناسب برخورد باد دمنده به زیر الک‌ها.

در کمباین کاه‌کوب برای اندازه‌گیری میزان افت دانه در واحد کوبنده که به‌صورت دانه‌های سالم یا شکسته وارد مخزن کاه می‌شوند، ابتدا مخزن کاه کاملاً تخلیه‌شده و سپس کمباین به میزان ۱۵ متر اقدام به برداشت محصول نمود. پس از انجام آزمون، به‌منظور جلوگیری از خطای آزمایش، طول پیشروی مجدداً اندازه‌گیری شد. عرض کار مؤثر کمباین در حین برداشت ثبت شد. با پایان یافتن کار برداشت، کمباین متوقف‌شده و یک گونی به ابعاد ۳ متر در ۳ متر در عقب کمباین پهن شد و محتویات (کاه) داخل مخزن روی آن ریخته شد، سپس کاه و دانه توسط جریان باد و پنکه از یکدیگر جدا شدند و دانه‌های سالم و شکسته توزین شد (این کار با الک کردن در چند مرحله و در صورت نیاز مرحله نهایی جداسازی با باد انجام شد). از این آزمون دو داده اصلی به شرح ذیل به‌دست آمد:

۱- مساحت زمین برداشت‌شده حین آزمایش که با ضرب طول پیشروی در عرض کار مؤثر کمباین (عرض کار مؤثر سکوی برش) حاصل گردید.

۲- میزان دانه جداسازی شده از کاه (گرم)

پس از تعیین تلفات کمی، تلفات کل که برابر با مجموع تلفات کمباینی و طبیعی است، محاسبه گردید.

افت کیفی

در آزمایشگاه از نمونه یک کیلوگرمی که از مخزن دانه کمباین برداشته‌شده بود نمونه‌های ۱۰۰ گرمی بدون هرگونه مواد خارجی و کاه و کلش انتخاب شد. پس از توزین نمونه، دانه‌های شکسته‌شده یا ترک‌برداشته و به‌طورکلی به لحاظ ظاهری آسیب‌دیده جدا شد و افت کیفی بر اساس درصد دانه‌های خردشده محاسبه شد. نسبت درصد وزن دانه‌های آسیب‌دیده به وزن کل نمونه به‌عنوان درصد خرد شدن دانه‌ها تعیین شد.

درصد ناخالصی

ناخالصی‌های محصول برداشت‌شده در مخزن کمباین شامل بذر علف‌های هرز، خاک، سنگریزه و کاه و کلش است که می‌بایست درصد آن‌ها محاسبه گردد. این درصد، از نسبت وزن مجموع ناخالصی‌ها (بذر علف‌های هرز، خاک، سنگریزه و کاه و کلش) به وزن کل نمونه و مطابق رابطه (۴) محاسبه گردید (Dehghan *et al.*, 2009).

$$P_Z = \frac{K+M+N+R}{T} \times 100 \quad (۴)$$

P_z: درصد ناخالصی‌ها (٪)

T: وزن کل نمونه (gr)

K: وزن دانه‌های شکسته موجود در نمونه (gr)

M: وزن کاه و کلش موجود در نمونه (gr)

N: وزن علف‌های هرز موجود در نمونه (gr)

R: وزن سنگریزه و خاک موجود در نمونه (gr)

با کسر میزان ناخالصی از ۱۰۰ درصد، میزان درصد خلوص دانه محاسبه گردید.

نتایج و بحث

ظرفیت مزرعه‌ای

با توجه به متفاوت بودن عرض کار مؤثر و سرعت پیشروی (به علت شرایط محصول) در کمباین‌های موردبررسی، بین کمباین‌ها ازنظر ظرفیت مزرعه‌ای، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. مطابق جدول ۲، ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌های بوکان، همدان برزگر، همدان و شیراز، به‌ترتیب ۰/۸۳، ۰/۸۷، ۰/۸۳ و ۰/۷۳ هکتار بر ساعت بود. با این نتایج، کمباین‌های همدان برزگر در یک ساعت سطح بیشتری را برداشت نمودند. در غالب مزارع، علی‌رغم عرض کار زیاد کمباین، به دلیل متراکم بودن محصول، خوابیدگی آن و برش محصول از قسمت‌های تحتانی (برای ورود کاه بیشتر)، راننده کمباین به‌ناچار برای کاهش خوراک‌دهی (جلوگیری از انسداد سامانه‌های کوبش و تمیزش)، عرض کار کمتری را برداشت می‌کرد. به‌هرحال شرایط مختلف مزارع آزمایشی ازنظر تراکم محصول، رطوبت دانه و ناهمواری زمین موجب تغییر عرض کار، سرعت پیشروی و درنهایت ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌ها می‌شد. قاسمی نژاد و همکاران یکی از دلایل اختلاف ظرفیت و بازده مزرعه‌ای را متفاوت بودن الگوی کشت گزارش نموده‌اند و در مزارع با کشت مسطح، ظرفیت و بازده مزرعه‌ای نسبت به جوی پشته‌ای بیشتر بوده است (Ghaseminejad, Faramehr, & Abdshahi, 2018). در این تحقیق کلیه مزارع

به‌صورت مسطح کشت‌شده بودند بنابراین الگوی کشت بر روی ظرفیت تأثیری نداشته است و سایر عوامل نظیر عرض کار مؤثر، مهارت راننده، تراکم کشت و خوابیدگی محصول باعث اختلاف در ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌ها شده‌اند. ازنظر عرض کار، با توجه به بالا بودن توان کمباین ماشین برزگر همدان، عرض کار بیشتری تحت پوشش قرار گرفت و ظرفیت مزرعه‌ای آن نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود. در مزارعی که تراکم محصول زیاد بود به‌منظور کنترل میزان ورودی کمباین قسمتی از عرض هد کمباین در کار برداشت محصول به‌کار گرفته نشد.

درصد خلوص

ناخالصی‌های محصول برداشت‌شده شامل بذر علف‌های هرز، خاک، سنگریزه و کاه و کلش است. در جریان برداشت محصول توسط کمباین، بخشی از دانه‌ها به‌صورت شکسته‌شده به مخزن کمباین منتقل می‌شوند که به‌عنوان افت کیفی شناخته می‌شود. مطابق جدول ۱، بین تیمارهای آزمایشی ازنظر درجه خلوص، در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. نتایج مقایسه میانگین‌های خلوص دانه در جدول ۲ نشان داد که درصد خلوص کمباین‌های همدان برزگر نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود و بین کمباین‌های همدان، شیراز و بوکان اختلاف معنی‌داری وجود نداشت؛ بنابراین ازنظر کیفی، مرغوبیت دانه‌های موجود در مخزن کمباین‌ها دارای شرایط یکسانی بوده و میزان خلوص از مقبولیت مناسبی برخوردار بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس تیمارهای آزمایشی ازنظر صفات موردبررسی

Table 1- Analysis of variance of experimental treatments in terms of studied traits

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degree of freedom	خلوص دانه Seed purity (%)	سکوی برش Head losses (%)	تلفات مخزن کاه Chaff tank losses (%)	تلفات کل Total losses (%)	ظرفیت مزرعه‌ای Field capacity ($ha.h^{-1}$)	عملکرد محصول Crop yield ($kg.ha^{-1}$)
Replication تکرار	3	6.49	1.37	4.48	4.67	0.002	7739.75
Combine type نوع کمباین	3	15.57ns	3.79*	11.03*	4.77*	0.01*	111774.14*
Error خطا	9	6.94	4.2	1.44	5.66	0.0002	5560.89
ضریب تغییرات (CV)		2.72	21.6	25.93	28.25	2.03	4.39

ns عدم معنی‌داری و * اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪

ns: non-significant, *significant at 5% level

جدول ۲- مقایسه میانگین تیمارها* (در سطح ۵٪)

Table 2- Comparison of average treatments* (at 5% level)

تیمار Treatment	خلوص دانه Seed purity (%)	تلفات سکوی برش Head losses (%)	تلفات مخزن کاه Chaff tank losses (%)	تلفات کل Total losses (%)	ظرفیت مزرعه‌ای Field capacity ($ha.h^{-1}$)	عملکرد محصول Crop yield ($kg.ha^{-1}$)
Bookan بوکان	96.36^{ab}	1.66^{b}	2.64^{ab}	4.33^{b}	0.83^{b}	1673.7^{b}
Shiraz شیراز	97.49^{ab}	3.65^{a}	0.87^{b}	4.52^{b}	0.73^{c}	1915.7^{a}
Hamedan همدان	94.00^{b}	3.54^{a}	0.78^{b}	4.32^{b}	0.83^{b}	1695.5^{b}
Hamedan Barzegar همدان برزگر	98.62^{a}	2.28^{b}	4.28^{a}	6.56^{a}	0.87^{a}	1508.6^{c}

*: میانگین‌های دارای حروف مشابه در یک گروه آماری قرارگرفته و اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with similar letters are in a statistical group and there is no significant difference.

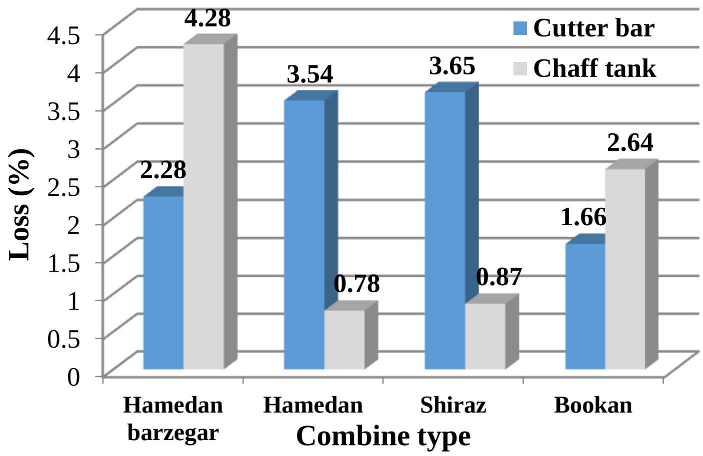
تلفات هد (شانه برش)

با در نظر گرفتن متوسط عملکرد گندم در تیمارهای آزمایشی (۱۶۹۸/۳۷ کیلوگرم بر هکتار) و جمع‌آوری دانه‌های ریخته‌شده در داخل کادرهای آزمایشی، میزان تلفات در قسمت‌های مختلف کمباین تعیین شد. بیشترین میزان تلفات در کمباین‌ها در قسمت سکوی برش آن‌ها بود و برخلاف تلفات طبیعی، این عامل تابعی از عملکرد کمباین بود. مطابق جداول ۱ و ۲، بین انواع کمباین‌های موردبررسی ازنظر تلفات در سکوی برش کمباین، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵

درصد وجود داشت. تلفات کمباین‌های همدان، شیراز، بوکان و همدان برزگر به‌ترتیب ۳/۵۴، ۳/۶۵، ۱/۶۶ و ۲/۲۸ درصد بود که بیشترین تلفات مربوط به کمباین‌های شیراز و کمترین تلفات هد مربوط به کمباین‌های بوکان بود. این اختلاف می‌تواند به دلیل نامناسب بودن اجزای سکوی برش مانند شکستگی تیغه‌های شانه برش، سرعت دوران کم یا زیاد چرخ‌وفلک، زاویه نامناسب ورود انگشتی‌های چرخ‌وفلک در بین سنبله‌ها و فاصله نامناسب عمودی یا افقی چرخ‌وفلک از تیغه برش باشد. چنانچه بتوان این تلفات را به حداقل رساند، میزان تلفات کلی کمباین به نحو چشمگیری کاهش خواهد یافت. با توجه به این نتایج، مناسب‌ترین کمباین ازنظر پایین بودن تلفات هد، کمباین بوکان بود (شکل ۲). این یافته با نتایج پژوهش‌های قبلی مبنی بر ایجاد بیشترین میزان تلفات کمباینی در سکوی برش مطابقت داشت (Dehghan *et al.*, 2018). این نتیجه نشان داد که یکی از قسمت‌های مهم برای کنترل تلفات کمباین، هد برداشت است که بایستی مورد توجه قرار گیرد.

تلفات عقب کمباین (مخزن کاه)

این تلفات، شامل دانه‌های موجود در سنبله‌های سالم و نیم‌کوب و دانه‌های موجود در مخزن کاه است (با فرض این‌که هیچ دانه‌ای به‌صورت پودر همراه با باد از کمباین خارج نشوند). بین کمباین‌های موردبررسی ازنظر تلفات مخزن کاه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). تلفات مخزن کاه در کمباین‌های همدان برزگر، بوکان، شیراز و همدان به‌ترتیب ۴/۲۸، ۲/۶۴، ۰/۸۷ و ۰/۷۸ درصد بود (جدول ۲).



شکل ۲– تلفات در شانه برش و مخزن کاه

Fig.2. Losses in the head of combine (cutter bar) and chaff tank

ازنظر میزان تلفات در مخزن کاه، بین کمباین‌های بوکان و همدان برزگر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. از طرفی بین کمباین‌های بوکان، شیراز و همدان نیز اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده نگردید ولی بین همدان برزگر و کمباین‌های شیراز و همدان اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد مشاهده شد. رستمی و همکاران متوسط تلفات مخزن کاه در کمباین‌های جاندیر (همدان، بوکان و شیراز) را ۴/۱۶ درصد گزارش نمودند (Rostami *et al.*, 2018) درصورتی‌که در این تحقیق متوسط درصد تلفات این سه نوع کمباین ۲/۱۴ درصد بوده است. در تحقیقی، متوسط درصد تلفات در مخزن کاه کمباین جاندیر در رطوبت ۱۲ درصد ۲ درصد گزارش شد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد (Agheleshkhani, 2017). در این تحقیق نیز میزان تلفات کاه در قسمت مخزن کاه کمباین‌های کاه‌کوب جاندیر، بین ۲/۶۴–۰/۷۸ درصد بود و به‌طور معنی‌داری کمتر از کمباین همدان برزگر (۴/۲۸ درصد) بود (شکل ۲).

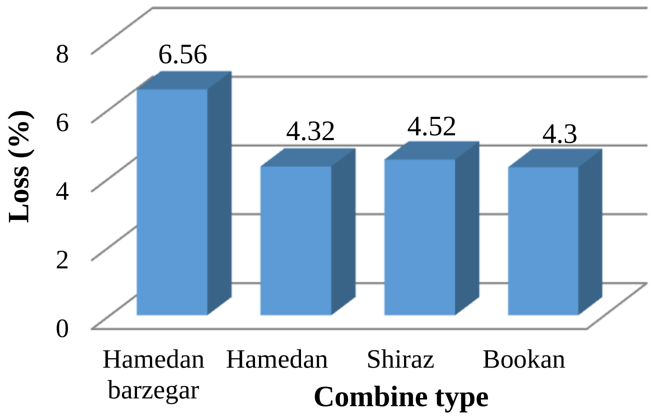
کمباین همدان برزگر به دلیل موتورقویتر (۲۴۰ اسب بخار) دارای دمنده قوی‌تری نیز می‌باشد که هرچند با کنترل دریچه‌ها می‌توان میزان بده خروجی را کنترل نمود ولی به دلیل بالابودن میزان خروجی دمنده، کنترل کامل دانه‌ها امکان‌پذیر نیست و یکی از دلایل احتمالی بالا بودن میزان تلفات در مخزن کاه، همین عامل است. عامل دیگر بیشتر بودن عرض کار شانه برش دستگاه است که میزان خوراک‌دهی را به کوبنده با ظرفیت ثابت افزایش داده است که باعث بیش باری و افزایش تلفات شده است. کمباین‌های رایج ساخت شرکت کمباین‌سازی دارای تنظیماتی است که غالب کمباین‌داران به آن تسلط دارند ولی در کمباین محلی همدان برزگر کمباین‌داران به

تنظیمات آن تسلط کافی ندارند.

تلفات کل کمباینی

بین کمباین‌های کاه‌کوب مورد آزمایش ازنظر کل تلفات کمباینی (مجموع تلفات هد و عقب کمباین) اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. میزان تلفات کمباین‌های همدان برزگر، بوکان، شیراز و همدان به‌ترتیب ۶/۵۶، ۴/۳۳، ۴/۵۲ و ۴/۳۲ درصد بود که کمباین‌های همدان برزگر و همدان به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین تلفات بودند (شکل ۳). متوسط تلفات کل در این استان برای برداشت دانه گندم، ۴/۹۲ درصد بود که از این میزان ۲/۱۴ درصد مربوط به محصول منتقل‌شده به مخزن و ۲/۷۸ درصد به سکوی برش تعلق داشت. در این منطقه متوسط ریزش طبیعی ۲/۳۹ درصد بود. بهروزی لار و همکاران، میانگین تلفات کمباین در استان‌های فارس، همدان، خراسان، اصفهان و گرگان را به‌ترتیب ۴/۵، ۸/۷، ۲/۳ و ۷ درصد گزارش نمودند (Behroozi Lar, 1995) که مهم‌ترین عوامل مؤثر در تلفات، تنظیم نبودن کمباین، مناسب نبودن زمان برداشت، رطوبت نسبی هوا و ساعت برداشت بوده است. میزان تلفات کل (شانه برش و مخزن کاه) در کمباین‌های کاه‌کوب در مناطق فارس و زنجان به‌ترتیب ۷/۸۶ و ۵/۴ درصد گزارش‌شده است. متوسط تلفات دانه در این تحقیق (۴/۹۲ درصد) با نتایج منطقه زنجان همخوانی داشت (Rostami *et al.*, 2018).

نتایج این تحقیق بیانگر بالا بودن میزان کل تلفات کمباینی (۲/۷۸ درصد تلفات سکوی برش و ۲/۱۴ درصد تلفات مخزن کاه) در این استان بود. هرچند در این مناطق از کمباین‌های نو استفاده‌شده است ولی عوامل مختلفی نظیر درصد رطوبت دانه، خوابیدگی محصول، میزان تراکم محصول، سرعت پیشروی و سرعت چرخ‌وفلک از عوامل تأثیرگذار بر تلفات کمباین بوده است.



شکل ۳- تلفات کلی (مجموع تلفات طبیعی و کمباینی) برداشت دانه گندم با کمباین‌های کاه‌کوب

Fig.3. Total losses (natural and combine losses) of wheat harvesting by chaff walker combines

نتیجه‌گیری

۱- متوسط درصد خلوص دانه‌های برداشت‌شده ۹۶/۶۲ درصد بود و بین ماشین‌های برداشت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

۲- بین کمباین‌ها ازنظر ظرفیت مزرعه‌ای، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود داشت. ظرفیت مزرعه‌ای کمباین‌های بوکان، همدان برزگر، همدان و شیراز، به‌ترتیب ۰/۸۳، ۰/۸۷، ۰/۸۳ و ۰/۷۳ هکتار بر ساعت بود.

۳- در استان کردستان متوسط تلفات کمباینی دانه در برداشت گندم دیم با کمباین‌های کاه‌کوب، ۴/۹۲ درصد بود که بیانگر بالا بودن آن نسبت به سایر استان‌ها است. بالا بودن تلفات کمباینی در این استان ناشی از بالا بودن تلفات در کمباین‌های کاه‌کوب طراحی‌شده محلی (نه اصلاح‌شده رایج) بوده است. در کمباین‌های ساخت شرکت کمباین‌سازی، به علت این‌که چندین سال است که توسط کشاورزان مورداستفاده قرار می‌گیرد، کمباین‌داران با تنظیمات و اصول کار با آن آشنایی کامل دارند ولی در کمباین محلی هرچند اصول کار یکی است ولی کمباین‌دار با تنظیمات آن آشنایی کافی ندارد.

۴- میزان تلفات عقب کمباین (دانه منتقل شدن به مخزن کاه) در کمباین‌های همدان برزگر، بوکان، شیراز و همدان به‌ترتیب ۴/۲۸، ۲/۶۴، ۰/۸۷ و ۰/۷۸ درصد بود که نشان می‌دهد تلفات کمباین کاه‌کوب همدان برزگر از سایر کمباین‌ها بیشتر بوده است.

۵- میزان تلفات کل کمباین‌های همدان برزگر، بوکان، شیراز و همدان به‌ترتیب ۶/۵۶، ۴/۳۲، ۴/۵۲ و ۴/۳۰ درصد بود که کمباین‌های همدان برزگر و همدان به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین تلفات بودند.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق، استفاده از کمباین همدان و در رتبه بعد استفاده از کمباین شیراز به دلیل پایین بودن تلفات، بالا بودن درصد خلوص و ظرفیت مزرعه‌ای مناسب، در شرایط کشت دیم استان کردستان قابل توصیه است.

سپاسگزاری

از مدیریت و همکاران سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان (معاونت تولیدات گیاهی و اداره فناوری‌های مکانیزه) به دلیل مساعدت و همکاری در اجرای پروژه صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

References

1. Agheleshkhani, A. R. (2017). The yield of the combine harvester compared to a typical wheat harvest. *Journal of Biosystems Engineering*, *6*(3), 1-9. (in Persian).
2. Ahmadi, K., Alizadeh, H., Ebadzadeh, H. R., Hosseinpour, R., Abdul Shah, E., Kazemian, A., & Rafiei, M. (2020). Agricultural statistics. Ministry of Agriculture-Jahad, Deputy for planning and economy, information and communication technology center. (in Persian).
3. Amirnejad, H., Rafiee, H., & Atai, K. (2009). Investigation of renovation effect of combine harvesters on wheat losses decrease in Iran. *Journal of Agriculture*, *11*(1), 13-20. (in Persian).
4. Behroozi Lar, M. (1995). *Grain Combine losses*. National Project of Agricultural Education Research Organization. Agricultural Engineering Research Institute. Final report of the research project. (in Persian).
5. Dehghan, E., Afzali, M. J., Alizadeh, M., Salehi, S., & Dibaji, A. (2009). *Investigation of grain loss and causes in wheat harvesters in Khuzestan province*. Final report of Agriculture Engineering Research Institute with registration Number 88/947. (in Persian).
6. Dehghan, E., Ayvani, A., Hedayatipoor, A., Asadi, A., Taghinejad, J., Chaji, H., Omodmehr, Z., Zarifneshat, S., Abbasi, S., Afzali, J., Vahedi, A., Mahdinia, A., Gearmi, K., Shaker, M., Saeedi Rad, M. H., Mostoofi, M. R., Rostami, M. A., Safari, M., Zabolestani, M., & Sharifnasab, H. (2018). Assessing combine losses of wheat grain harvest in order to provide solutions to reduce it in Iran. Agricultural Engineering Research Institute Registration. Number 56539. (in Persian).
7. FMO. (1981). Combine harvesting. Published by John deer technical Services.
8. Ghaseminejad, M., Faramehr, M., & Abdshahi, A. (2018). Investigating the Effect of Field and Crop Conditions on Combine Performance in Wheat Harvesting. *Iranian Journal of Biosystem Engineering*, *49*(3), 513-524. (in Persian). https://doi.org/10.22059/ijbse.2018.251190.665033
9. Mirasi, A., Asoodar, M. A., Samadi, M., & Kamran, E. (2014). The Evaluation of wheat losses harvesting in two Conventional Combine (John Deer 1165, 955) in Iran. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, *2*, 1417-1425. (in Persian).
10. Patel, S. K., & Varshney, B. P. (2014). Modeling of wheat crop harvesting losses. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, *16*, 97-102.
11. Rostami, S., Lotfalian, M., & Hosseinzadeh Samani, B. (2018). Assessment and Comparison of Conventional and Straw Walker Combines Harvesting Losses in Fars Province. *Agricultural Mechanization and Systems Research*, *19*, 85-96. (in Persian). https://doi.org/10.22092/erams.2018.107988.1140
12. Rostami, M. A., Asadi, A., Bakhtiari, M. R., Jafari, M., Ranjbar, F., Zabolestani, M., Sharifnasab, H., Safari, M., & Gerami, K. (2021). *Measuring the amount of wheat loss during harvesting with chaff combine harvesters in Iran*. Final Report of Agricultural Engineering Research Institute.
13. Safari, M., Rostami, M. A., & Salehi, J. (2019). Introduction of wheat chaff combine harvesters. *Journal of Agricultural Waste and Waste Management Promotion*, *1*, 26-34. (in Persian).
14. Tavakoli, A. R. (2013). Effects of Sowing Date and Limited Irrigation on Yield and Yield Components of Five Rainfed Wheat Varieties in Maragheh Region. *Journal of Crop Production and Processing*, *2*(6), 87-97. (in Persian). http://dorl.net/dor/20.1001.1.22518517.1391.2.6.9.9